

Q66583  
NAYA  
SENSOR UTILIZING ATTENUATED TOTAL  
REFLECTION  
Filed: January 25, 2002  
Darryl Mexic 202-293-7060  
2 of 2

日 本 国 特 許  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office



出 願 年 月 日  
Date of Application:

2001年 3月27日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2001-089823

出 願 人  
Applicant(s):

富士写真フイルム株式会社



2001年 9月28日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造

出証番号 出証特2001-3089481

【書類名】 特許願

【整理番号】 P25780J

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 G01N 21/27

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士写真フイルム株式会社内

    【氏名】 納谷 昌之

【特許出願人】

    【識別番号】 000005201

    【氏名又は名称】 富士写真フイルム株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100073184

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 柳田 征史

【選任した代理人】

    【識別番号】 100090468

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 佐久間 剛

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 008969

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9814441

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 全反射減衰を利用したセンサー

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光ビームを発生させる光源と、

該光ビームに対して透明な誘電体ブロック、この誘電体ブロックの一面に形成された薄膜層、およびこの薄膜層上に試料を保持する試料保持機構を備えてなる測定ユニットと、

前記光ビームを相当の大きさの断面積をもった平行光束とし、該平行光束を、前記誘電体ブロックを通して該誘電体ブロックと前記薄膜層との界面で全反射条件が得られる角度で入射させる入射光学系と、

前記界面で全反射した平行光束の光路中に配され、該平行光束の断面における光強度分布を可視像に変換するスクリーンと、

該スクリーン上の可視像が結像される二次元センサと、

前記スクリーン上の可視像を前記二次元センサ上に結像する結像光学系とを備えてなることを特徴とする全反射減衰を利用したセンサー。

【請求項 2】 光ビームを発生させる光源と、

該光ビームに対して透明な誘電体ブロック、この誘電体ブロックの一面に形成された金属膜である薄膜層、およびこの薄膜層上に試料を保持する試料保持機構を備えてなる測定ユニットと、

前記光ビームを相当の大きさの断面積をもった平行光束とし、該平行光束を、前記誘電体ブロックを通して該誘電体ブロックと前記薄膜層との界面で全反射条件が得られる角度で入射させる入射光学系と、

前記界面で全反射した平行光束の光路中に配され、該平行光束の断面における光強度分布を可視像に変換するスクリーンと、

該スクリーン上の可視像が結像される二次元センサと、

前記スクリーン上の可視像を前記二次元センサ上に結像する結像光学系とを備えてなることを特徴とする表面プラズモン共鳴に伴う全反射減衰を利用したセンサー。

【請求項 3】 光ビームを発生させる光源と、

該光ビームに対して透明な誘電体ブロック、この誘電体ブロックの一面に形成されたクラッド層とその上に形成された光導波層とからなる薄膜層、およびこの薄膜層上に試料を保持する試料保持機構を備えてなる測定ユニットと、

前記光ビームを相当の大きさの断面積をもった平行光束とし、該平行光束を、前記誘電体ブロックを通して該誘電体ブロックと前記薄膜層との界面で全反射条件が得られる角度で入射させる入射光学系と、

前記界面で全反射した平行光束の光路中に配され、該平行光束の断面における光強度分布を可視像に変換するスクリーンと、

該スクリーン上の可視像が結像される二次元センサと、

前記スクリーン上の可視像を前記二次元センサ上に結像する結像光学系とを備えてなることを特徴とする前記光導波層における導波モードの励起に伴う全反射減衰を利用したセンサー。

【請求項 4】 前記スクリーンが拡散板からなることを特徴とする請求項 4 記載の全反射減衰を利用したセンサー。

【請求項 5】 前記スクリーンが蛍光板からなることを特徴とする請求項 4 記載の全反射減衰を利用したセンサー。

【請求項 6】 前記薄膜層上に、試料中の特定成分と相互作用を生じるセンシング媒体が配されていることを特徴とする請求項 1 から 5 いずれか 1 項記載の全反射減衰を利用したセンサー。

【請求項 7】 前記試料保持機構が、液体試料を保持する液だめ部を有する容器状に形成されていることを特徴とする請求項 1 から 6 いずれか 1 項記載の全反射減衰を利用したセンサー。

【請求項 8】 前記試料保持機構の一部に、液体試料が前記センシング媒体に接触しつつ流入出するための流路が設けられていることを特徴とする請求項 6 記載の全反射減衰を利用したセンサー。

【請求項 9】 前記誘電体ブロックが、前記光ビームの入射端面および出射端面を有する第 1 の部分と、前記薄膜層が形成される面を有する前記第 1 の部分とは別体に構成された第 2 の部分とからなり、前記第 2 の部分と前記試料保持機構とが一体化されており、

前記第 2 の部分が、前記第 1 の部分と屈折率マッチング手段を介して接合されるものであることを特徴とする請求項 1 から 8 いずれか 1 項記載の全反射減衰を利用したセンサー。

【請求項 1 0】 前記測定ユニットの誘電体ブロック、薄膜層および試料保持機構が一体化されているものであることを特徴とする請求項 1 から 9 いずれか 1 項記載の全反射減衰を利用したセンサー。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、表面プラズモンの発生を利用して試料中の特定物質の分析を行う表面プラズモンセンサー等の、全反射減衰を利用したセンサーに関し、特に詳細には、平行光束を用いて二次元的な広がりを持つ測定領域を同時に検出する全反射減衰を利用したセンサーに関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

金属中においては、自由電子が集団的に振動して、プラズマ波と呼ばれる粗密波が生じる。そして、金属表面に生じるこの粗密波を量子化したものは、表面プラズモンと呼ばれている。

【 0 0 0 3 】

従来より、この表面プラズモンが光波によって励起される現象を利用して、試料中の物質を定量分析する表面プラズモンセンサーが種々提案されている。そして、それらの中で特に良く知られているものとして、Kretschmann 配置と称される系を用いるものが挙げられる（例えば特開平 6 - 1 6 7 4 4 3 号参照）。

【 0 0 0 4 】

上記の系を用いる表面プラズモンセンサーは基本的に、例えばプリズム状に形成された誘電体ブロックと、この誘電体ブロックの一面に形成されて試料に接触させられる金属膜と、光ビームを発生させる光源と、上記光ビームを誘電体ブロックに対して、該誘電体ブロックと金属膜との界面で全反射条件となり、かつ、表面プラズモン共鳴条件を含む種々の入射角が得られるように入射させる光学系

と、上記界面で全反射した光ビームの強度を測定して表面プラズモン共鳴の状態を検出する光検出手段とを備えてなるものである。

【0005】

上記構成の表面プラズモンセンサーにおいて、光ビームを金属膜に対して全反射角以上の特定入射角  $\theta_{SP}$  で入射させると、該金属膜に接している試料中に電界分布をもつエバネッセント波が生じ、このエバネッセント波によって金属膜と試料との界面に表面プラズモンが励起される。エバネッセント光の波数ベクトルが表面プラズモンの波数と等しくて波数整合が成立しているとき、両者は共鳴状態となり、光のエネルギーが表面プラズモンに移行するので、誘電体ブロックと金属膜との界面で全反射した光の強度が鋭く減衰する。この光強度の減衰は、一般に上記光検出手段により暗線として検出される。

【0006】

図2には、この全反射減衰現象が生じた際の入射角  $\theta$  と反射光強度  $I$  との関係を概略的に示してある。ここに示す入射角  $\theta_{SP}$  が、上述の全反射減衰 (ATR) が生じる入射角である。

【0007】

なお上記の共鳴は、入射ビームが p 偏光のときにだけ生じる。したがって、光ビームが p 偏光で入射するように予め設定しておく必要がある。

【0008】

この全反射減衰 (ATR) が生じる入射角  $\theta_{SP}$  より表面プラズモンの波数が分かると、試料の誘電率が求められる。すなわち表面プラズモンの波数を  $K_{SP}$ 、表面プラズモンの角周波数を  $\omega$ 、 $c$  を真空中の光速、 $\epsilon_m$  と  $\epsilon_s$  をそれぞれ金属、試料の誘電率とすると、以下の関係がある。

【0009】

【数1】

$$K_{SP}(\omega) = \frac{\omega}{c} \sqrt{\frac{\epsilon_m(\omega) \epsilon_s}{\epsilon_m(\omega) + \epsilon_s}}$$

試料の誘電率  $\epsilon_s$  が分かれば、所定の校正曲線等に基づいて試料中の特定物質の濃度が分かるので、結局、上記反射光強度が低下する入射角  $\theta_{SP}$  を知ることにより、試料中の特定物質を定量分析することができる。

#### 【 0 0 1 0 】

また、全反射減衰 (ATR) を利用する類似のセンサーとして、例えば「分光研究」第 4 7 巻 第 1 号 (1 9 9 8) の第 2 1 ~ 2 3 頁および第 2 6 ~ 2 7 頁に記載がある漏洩モードセンサーも知られている。この漏洩モードセンサーは基本的に、例えばプリズム状に形成された誘電体ブロックと、この誘電体ブロックの一面に形成されたクラッド層と、このクラッド層の上に形成されて、試料に接触させられる光導波層と、光ビームを発生させる光源と、上記光ビームを上記誘電体ブロックに対して、該誘電体ブロックとクラッド層との界面で全反射条件が得られ、かつ光導波層での導波モードの励起による全反射減衰が生じ得るように種々の角度で入射させる光学系と、上記界面で全反射した光ビームの強度を測定して導波モードの励起状態、つまり全反射減衰状態を検出する光検出手段とを備えてなるものである。

#### 【 0 0 1 1 】

上記構成の漏洩モードセンサーにおいて、光ビームを誘電体ブロックを通してクラッド層に対して全反射角以上の入射角で入射させると、このクラッド層を透過した後に光導波層においては、ある特定の波数を有する特定入射角の光のみが導波モードで伝搬するようになる。こうして導波モードが励起されると、入射光のほとんどが光導波層に取り込まれるので、上記界面で全反射する光の強度が鋭く低下する全反射減衰が生じる。そして導波光の波数は光導波層の上の試料の屈折率に依存するので、全反射減衰が生じる上記特定入射角を知ることによって、試料の屈折率や、それに関連する試料の特性を分析することができる。

#### 【 0 0 1 2 】

また、上述した表面プラズモンセンサーや漏洩モードセンサーによる物性の分析においては、複数の試料について同一条件で測定したい場合や、試料の二次元的な物性情報を得たい場合等があり、これらに応用することも考えられている。例えば表面プラズモンセンサーによる試料の二次元的な物性分析を例に挙げると

、前記界面に対する光ビーム入射角と全反射光強度との関係は、前述の通り、概略図 2 に示すようなものとなり、 $\theta_{SP}$  で示すのが全反射解消角である。この関係は、金属膜上に存在する物質の屈折率が変化すると同図で横軸方向に移動する形で変化するので、界面の二次元的な広がりをもつ領域に所定の入射角で光ビームを入射させた場合、該領域のうちその入射角で全反射減衰を生じる屈折率となっている部分、すなわち、特定の物質が金属膜上に存在する部分に入射した光成分が暗線として検出される。そこで、ある程度広いビーム断面をもつ平行光を用い、界面で全反射した光ビームの断面の光強度分布を検出すれば、上記界面に沿った面内での特定物質の分布を測定することができる。また、図 2 に示すように、所定の入射角  $\theta_{SP}$  の前後ではやはり反射光の強度が低くなるため、所定の入射角で界面に入射して反射された光ビームの断面の光強度分布は金属膜上に存在する物質（試料）の二次元的な屈折率分布を示すものとなる。

#### 【 0 0 1 3 】

上述のことは、全反射減衰が表面プラズモン共鳴によって生じる代わりに、前記導波層での導波モードの励起によって生じるという点が異なるだけで、漏洩モードセンサーにおいても同様に認められるから、漏洩モードセンサーを適用して同じように試料の二次元物性を求めることも可能である。

#### 【 0 0 1 4 】

##### 【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述のようにして平行ビームを界面に入射させて反射光の断面の光強度分布を検出するようにした全反射減衰を利用したセンサーにおいては、従来レーザ光源が用いられており、レーザ光に伴うコヒーレントノイズにより光検出手段（二次元センサー）上で検出される光ビームの光強度分布の測定精度が損なわれることがあった。特に、二次元画像センサーとして CCD センサーを用いた場合には、CCD センサーの受光面に一般に設けられている保護膜内においてコヒーレントノイズによる多重の干渉が起こり像面に干渉縞が生じる場合があり、コヒーレントノイズによる影響が多大であった。

#### 【 0 0 1 5 】

本発明は上記の事情に鑑みて、レーザ光を相当の大きさの断面積をもった平行



光束として界面に入射させてその反射光を検出する場合においても測定精度の高い、全反射減衰を利用したセンサーを提供することを目的とするものである。

【 0 0 1 6 】

【課題を解決するための手段】

本発明による一つの全反射減衰を利用したセンサーは、  
光ビームを発生させる光源と、

該光ビームに対して透明な誘電体ブロック、この誘電体ブロックの一面に形成された薄膜層、およびこの薄膜層上に試料を保持する試料保持機構を備えてなる測定ユニットと、

前記光ビームを相当の大きさの断面積をもった平行光束とし、前記該平行光束を、前記誘電体ブロックに対して該誘電体ブロックと前記薄膜層との界面で全反射条件が得られる角度で入射させる入射光学系と、

前記界面で全反射した平行光束の光路中に配され、該平行光束の断面における光強度分布を可視像に変換するスクリーンと、

該スクリーン上の可視像が結像される二次元センサと、

前記スクリーン上の可視像を前記二次元センサ上に結像する結像光学系とを備えてなることを特徴とするものである。

【 0 0 1 7 】

また、本発明による別の全反射減衰を利用したセンサーは、特に前述の表面プラズモンセンサーとして構成されたものであり、

光ビームを発生させる光源と、

該光ビームに対して透明な誘電体ブロック、この誘電体ブロックの一面に形成された金属膜である薄膜層、およびこの薄膜層上に試料を保持する試料保持機構を備えてなる測定ユニットと、

前記光ビームを相当の大きさの断面積をもった平行光束とし、前記該平行光束を、前記誘電体ブロックに対して該誘電体ブロックと前記薄膜層との界面で全反射条件が得られる角度で入射させる入射光学系と、

前記界面で全反射した平行光束の光路中に配され、該平行光束の断面における光強度分布を可視像に変換するスクリーンと、

該スクリーン上の可視像が結像される二次元センサと、

前記スクリーン上の可視像を前記二次元センサ上に結像する結像光学系とを備えてなることを特徴とするものである。

【 0 0 1 8 】

また、本発明によるさらに別の全反射減衰を利用したセンサーは、特に前述の漏洩モードセンサーとして構成されたものであり、

光ビームを発生させる光源と、

該光ビームに対して透明な誘電体ブロック、この誘電体ブロックの一面に形成されたクラッド層とその上に形成された光導波層とからなる薄膜層、およびこの薄膜層上に試料を保持する試料保持機構を備えてなる測定ユニットと、

前記光ビームを相当の大きさの断面積をもった平行光束とし、前記該平行光束を、前記誘電体ブロックに対して該誘電体ブロックと前記薄膜層との界面で全反射条件が得られる角度で入射させる入射光学系と、

前記界面で全反射した平行光束の光路中に配され、該平行光束の断面における光強度分布を可視像に変換するスクリーンと、

該スクリーン上の可視像が結像される二次元センサと、

前記スクリーン上の可視像を前記二次元センサ上に結像する結像光学系とを備えてなることを特徴とするものである。

【 0 0 1 9 】

上記各全反射減衰を利用したセンサーにおいて、「相当の大きさの断面積」とは、界面の所望の測定領域に対して同時に光を入射させるために平行光束にとって必要な大きさの断面積を意味するものである。

【 0 0 2 0 】

前記スクリーンとしては、具体的には、拡散板からなるもの、蛍光板からなるもの等を用いることができる。蛍光板とは、例えば、支持体の表面に蛍光物質が塗布されて構成されたものをいう。

【 0 0 2 1 】

なお、前記薄膜層上に、試料中の特定成分と相互作用を生じるセンシング媒体を配するようにしてもよい。この際、薄膜上の異なる部分に同一のもしくは異なる

る種類の複数のセンシング媒体を配してもよい。複数のセンシング媒体を配する際、上述の「相当の大きさの断面積」はこの複数のセンシング媒体に亘って同時に光ビームを照射することができる程度の断面積をいう。

#### 【 0 0 2 2 】

前記試料保持機構は、薄膜層上に試料を保持するためのもので、液体試料を保持する液だめ部を有する容器状に形成されていてもよいし、一部に、液体試料が前記センシング媒体に接触しつつ流入出するための流路が設けられていてもよい。

#### 【 0 0 2 3 】

前記誘電体ブロックは、前記光ビームの入射端面および出射端面を有する第 1 の部分と、前記薄膜層が形成される面を有する前記第 1 の部分とは別体に構成された第 2 の部分とからなり、前記第 2 の部分と前記試料保持機構とが一体化されており、前記第 2 の部分が、前記第 1 の部分と屈折率マッチング手段を介して接合されるように構成されていてもよい。すなわち、一体化された第 2 の部分と試料保持機構とが第 1 の部分に対して交換可能となっている。

#### 【 0 0 2 4 】

また、前記測定ユニットの誘電体ブロック、薄膜層および試料保持機構が一体化されているものを用いてもよい。

#### 【 0 0 2 5 】

##### 【発明の効果】

本発明の全反射減衰を利用したセンサーは、光ビームを相当の断面積を有する平行光束として界面に入射させるものであり、界面で反射した平行光束を一旦スクリーン上で可視像化し拡散させて、その後に二次元センサ上に結像させているため、従来のスクリーンを備えない装置において光ビームとしてレーザ光を用いた際に生じていたコヒーレントノイズを除去することができ、精度よく測定することができる。従って、試料の二次元的な物性情報の測定、もしくは複数の試料についての同時測定を高い精度で行うことができる。

#### 【 0 0 2 6 】

なお、薄膜層上に、試料中の特定成分と相互作用を生じるセンシング媒体が配

するようにして、試料保持機構の一部に、液体試料がセンシング媒体に接触しつつ流入出するための流路が設けたものとすれば、測定時に液体試料を流入出させることができるので、液体試料中の特定物質とセンシング媒体とが徐々に反応した場合にも液体試料の濃度を一定に保つことができる。

## 【 0 0 2 7 】

また、薄膜層上の異なる位置に複数のセンシング媒体を配しておけば、該複数のセンシング媒体とそれぞれ相互作用する、試料中の異なる特定物質を同時に検出することができ測定効率が向上する。

## 【 0 0 2 8 】

## 【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。図 1 は、本発明の第 1 の実施形態による、全反射減衰を利用したセンサーの概略側面形状を示すものである。

## 【 0 0 2 9 】

本実施形態の装置は前述した表面プラズモンセンサーとして形成されたものである。本表面プラズモンセンサーにおいて、測定ユニット 10 は、PMMA 等の合成樹脂や BK 7 等の光学ガラスを用いて例えば三角柱状に形成された透明誘電体プリズム 11 と、この誘電体プリズム 11 の上面に形成された例えば金、銀、銅、アルミニウム等からなる金属薄膜 13 とを有しており、分析対象の試料 15 は、この金属薄膜 13 の上に配置される。

## 【 0 0 3 0 】

図示の表面プラズモンセンサーは、光ビーム L を発するレーザ光源 2 と、発散光状態で発せられたこの光ビーム L を相当の断面積を有する平行光束としてプリズム 11 の一面から入射させる入射光学系を構成するコリメーターレンズ 4 と、プリズム 11 の他の一面から出射された平行光束の光路中に配され、該平行光束 L の断面の光強度分布を可視像化する拡散板からなるスクリーン 6 と、該スクリーン 6 上の可視像を結像される二次元センサーである CCD エリアセンサー 8 と、スクリーン 6 上の可視像を CCD エリアセンサー 8 上に結像する結像レンズ 7 とが設けられている。

## 【 0 0 3 1 】

以下、上記構成の表面プラズモンセンサーの作用について説明する。レーザ光源 2 から発せられたレーザ光は、コリメーターレンズ 4 によって相当の断面積を有する平行光束とされて誘電体プリズム 11 の一面から入射されて、該プリズム 11 と金属薄膜 13 との界面 11 a に所定の角度で入射する。このときの光ビーム L の界面 11 a に対する入射角  $\theta$  は、該界面 11 a において全反射条件が得られ、かつ、試料中の特定物質が金属薄膜 13 上に存在する時に表面プラズモン共鳴に伴う全反射減衰が検出される値とする。

## 【 0 0 3 2 】

また光ビーム L は、表面プラズモン共鳴を励起するためには前述の通り界面 11 a に対して p 偏光で入射する必要がある。そのようにするためには、予めレーザ光源 2 の向きをそのように設定すればよい。その他、波長板や偏光板で光ビーム L の偏光の向きを制御してもよい。

## 【 0 0 3 3 】

界面 11 a に入射した光ビーム L はそこで全反射し、全反射した光ビーム L は誘電体プリズム 11 から出射し、その断面の光強度分布がスクリーン 6 上で可視像化される。このスクリーン 6 で可視像化され、拡散される像が結像レンズ 7 によって CCD エリアセンサー 8 の撮像面上に結像されて撮像される。この光ビーム L がスクリーン上で一旦可視像化されて拡散されることにより、結果として CCD エリアセンサー 8 上にレーザ光に起因するコヒーレントノイズを生じることなく S/N よい画像を得ることができる。

## 【 0 0 3 4 】

上述のように界面 11 a で光ビーム L が全反射するとき、界面 11 a から金属薄膜 13 側にエバネッセント波が浸み出す。この光ビーム L が金属薄膜 13 上に特定物質が存在する箇所に入射した場合、このエバネッセント波が金属薄膜 13 の表面に励起する表面プラズモンと共鳴するので、この光については反射光強度  $I$  が鋭く減衰する。すなわち、本実施形態においては、被検体たる試料 15 中の特定物質が金属薄膜上に存在する場合に表面プラズモン共鳴が起こりうる所定の入射角で光ビーム L を界面 11 a に入射させることにより、金属薄膜 13 上に試料中の特定物質が

存在する箇所では表面プラズモン共鳴に伴う全反射減衰が観測されることとなるため、試料中の特定物質の二次元的な分布を観測することができ、さらに、入射角 $\theta$ の前後の角度が全反射解消角であるような物質の分布、すなわち試料の屈折率分布等の試料の二次元的な物性を検出することができる。具体的には、例えば、電気泳動に用いられたゲルシート等の試料を金属薄膜上に載置して測定を行うことにより、試料に分布している特定物質（分析対象物質）の二次元物性情報を得ることができる。

## 【 0 0 3 5 】

なお、CCDエリアセンサー8が出力する映像信号SをCRTや液晶表示パネル等の画像表示手段に入力して、該映像信号Sによる像を再生表示すれば、試料15中の二次元的な物性を観測することができる。また、この映像信号Sを光走査記録装置等に入力して、該映像信号Sによる像をハードコピーとして再生することもできる。

## 【 0 0 3 6 】

なお、拡散体からなるスクリーン6の代わりに蛍光体等からなるスクリーンを用いてもよい。

## 【 0 0 3 7 】

次に、図3を参照して本発明の第2の実施形態について説明する。なおこの図3において、図1中の要素と同等の要素には同番号を付してあり、それらについての説明は特に必要の無い限り省略する（以下、同様）。

## 【 0 0 3 8 】

この第2の実施形態の全反射減衰を利用したセンサーも表面プラズモンセンサーであり、本装置は図1のものと比べると、その測定ユニット20の形状が異なるものである。本実施形態において測定ユニット20は、誘電体プリズム21と、液体試料を保持する液だめ部を有する容器状部27とからなり、容器状部27の底面部27aとプリズム21とは同一屈折率であり、両者は屈折率マッチング手段22を介して接合されている。容器状部27の底面部27aの液だめ部側には金属膜23が配されており、金属膜23上に液体試料25が充填される。なお、試料交換時には容器状部27ごと交換すればよい。

## 【 0 0 3 9 】

平行光束とされた光ビームLは、誘電体プリズム21の一面から入射され、該プリズム、屈折率マッチング手段22および容器状部27の底部27 a を透過してこの底部28 a と金属膜23との界面27 b の所定の領域（光ビームの断面積に応じた領域）に入射し、該界面27 b で反射されてプリズム21の他面から出射される。その後、反射光の断面の光強度分布が反射光の光路中に配されているスクリーン 6 上で可視像化される。この像の撮像や、それに基づく試料25の屈折率分布の測定等は、第 1 実施形態におけるものと同様である。

## 【 0 0 4 0 】

次に、図 4 を参照して本発明の第 3 の実施形態について説明する。この第 3 の実施形態の全反射減衰を利用したセンサーも表面プラズモンセンサーであり、本装置は図 1 のものと比べると、その測定ユニット30の形状が異なるものである。本実施形態において測定ユニット30は、誘電体プリズム31と、この誘電体プリズム31の上面に形成された例えば金、銀、銅、アルミニウム等からなる金属薄膜33と、金属薄膜33上の異なる箇所に配された異なる種類の複数のセンシング媒体34 a、34 b …と、液体試料35をこのセンシング媒体34 a、34 b …に接触させつつ流入出するための流路を有した試料保持部37とを有している。

## 【 0 0 4 1 】

センシング媒体34 a、34 b …は、それぞれ異なる特定物質と相互作用するものであり、各特定物質とセンシング媒体との組合せとしては、例えば抗原と抗体とが挙げられる。すなわち、ここでは、異なる複数のセンシング媒体34 a、34 b …を配し、各センシング媒体34 a、34 b …と相互作用する特定物質が試料35中に存在するか否か等を検査することができる。

## 【 0 0 4 2 】

また、液体試料35の測定においては、センシング媒体と試料中の特定物質とが反応するために、試料の濃度が変化してしまうという問題が考えられるが、本実施形態のように液体試料35をセンシング媒体34 a、34 b …に接触させつつ流入出させることにより、液体試料35の濃度変化を防ぎ、常に液体試料35の濃度を一定に保った状態で、すなわち常に同一条件下で測定を行うことができる。

## 【 0 0 4 3 】

平行光束とされた光ビーム L はプリズム 31 と金属薄膜 33 との界面 31 a に入射されるが、この際、光ビームの断面積は、金属薄膜 33 上の複数のセンシング媒体 34 a、34 b … が配されている範囲に亘って照射される程度の大きさとされている。界面から反射された光ビーム L はその断面積の光強度分布をスクリーン 6 において可視像化され、その後 CCD エリアセンサー 8 により撮像される。CCD エリアセンサー 8 上の各センシング媒体 34 a、34 b … に対応する箇所における光強度により特定物質の有無、もしくは濃度等を検出することができる。

## 【 0 0 4 4 】

次に、図 5 を参照して本発明の第 4 の実施形態について説明する。この第 4 の実施形態の全反射減衰を利用したセンサーも表面プラズモンセンサーであり、本装置は図 1 のものと比べると、用いている測定ユニット 40 の形状が異なるものである。本実施形態の測定ユニット 40 は、光ビームが入出力される部分と液体試料 45 を保持する容器状部 41 a とが一体化された、概略四角錐の一部が切り取られた形状のブロック 41 と、このブロック 41 の容器状部 41 a の底面に形成された、例えば金、銀、銅、アルミニウム等からなる金属膜 43 とを有しており、さらに、金属膜 43 の上にセンシング媒体 44 が固定されている。

## 【 0 0 4 5 】

本実施形態においても、レーザ光源 2 から発せられた後、コリメーターレンズ 4 によって平行光とされた光ビーム L はブロック 41 の一面から入射して、該ブロック 41 を透過し、それと金属薄膜 43 との界面 41 b に入射する。このときの光ビーム L の界面 41 b に対する入射角  $\theta$  は、該界面 41 b において光ビーム L の全反射条件が得られ、かつ、表面プラズモン共鳴が生じ得る値とされる。

## 【 0 0 4 6 】

界面 41 b に入射した光ビーム L はそこで全反射し、全反射した光ビーム L はブロック 41 の他面出射する。ブロック 41 から出射した光ビーム L はスクリーン 6 でその断面の光強度分布が可視像化され、拡散板であるスクリーン 6 によって拡散される。スクリーン 6 上の像の撮像や、それに基づく試料 45 の二次元物性の測定等は、第 1 実施形態におけるものと同様である。



## 【 0 0 4 7 】

この構成においては、試料45中の特定物質とセンシング媒体44との結合状態に応じて、このセンシング媒体44の屈折率が変化する。そこで、界面から反射された光ビームLの断面の光強度分布をCCDエリアセンサー8によって撮像し、その画像を利用すれば、センシング媒体44の屈折率分布つまりは試料45中の特定物質とセンシング媒体44との結合状態の分布を求めることができる。

## 【 0 0 4 8 】

次に、図6を参照して本発明の第5の実施形態について説明する。この第5の実施形態の装置は先に説明した漏洩モードセンサーであり、本実施形態において測定ユニット20'は、誘電体プリズム21と、液体試料を保持する液だめ部を有する容器状部27とからなり、容器状部27の底面部27aとプリズム21とは同一屈折率であり、両者は屈折率マッチング手段22を介して接合されている。容器状部27の底面部27aの液だめ部側にはクラッド層51およびこのクラッド層51上に配された光導波層52が形成されており、この光導波層52上に液体試料55が充填される。すなわち、金属薄膜の代わりにクラッド層51および光導波層52を備えるものとしたという点で上述の第2の実施形態の構成と異なり、それ以外は同様に構成されている。

## 【 0 0 4 9 】

なお、本実施形態において誘電体プリズム21は、例えば合成樹脂やBK7等の光学ガラスを用いて形成されている。一方クラッド層51は、誘電体プリズム21よりも低屈折率の誘電体や、金等の金属を用いて薄膜状に形成されている。また光導波層52は、クラッド層51よりも高屈折率の誘電体、例えばPMMAを用いてこれも薄膜状に形成されている。クラッド層51の膜厚は、例えば金薄膜から形成する場合で36.5nm、光導波層52の膜厚は、例えばPMMAから形成する場合で700nm程度とされる。

## 【 0 0 5 0 】

上記構成の漏洩モードセンサーにおいて、レーザ光源2から発せられた光ビームLを、誘電体プリズム21、屈折率マッチング手段22および容器状部27の底面部27aを通して、該底面部27aとクラッド層51との界面27bの所定の領域に対して

全反射角以上の入射角  $\theta$  で入射させると、該光ビーム  $L$  が界面 27 b で全反射するが、クラッド層 51 を透過して光導波層 52 に特定入射角で入射した特定波数の光は、該光導波層 52 を導波モードで伝搬するようになる。こうして導波モードが励起されると、入射光のほとんどが光導波層 52 に取り込まれるので、上記界面 27 b で全反射する光の強度が鋭く低下する全反射減衰が生じる。

【 0 0 5 1 】

光導波層 52 における導波光の波数は、該光導波層 52 の上の試料 25 の屈折率に依存する。そこでこの場合も、界面からの反射光の断面の光強度分布による像を CCD エリアセンサー 8 によって撮像し、その画像を再生すれば、試料 35 中の屈折率分布を測定することが可能になる。

【 0 0 5 2 】

また、この場合も反射光の断面の光強度分布が反射光の光路中に配されているスクリーン 6 上で可視像化され一旦拡散されて、その後 CCD エリアセンサー 8 上に結像されるため、レーザ光に起因するコヒーレントノイズを防止し、精度よい測定が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施形態による表面プラズモンセンサーの側面図

【図 2】

表面プラズモンセンサーにおける光ビーム入射角と、光検出手段による検出光強度との概略関係を示すグラフ

【図 3】

本発明の第 2 の実施形態による表面プラズモンセンサーの側面図

【図 4】

本発明の第 3 の実施形態による表面プラズモンセンサーの側面図

【図 5】

本発明の第 4 の実施形態による表面プラズモンセンサーの側面図

【図 6】

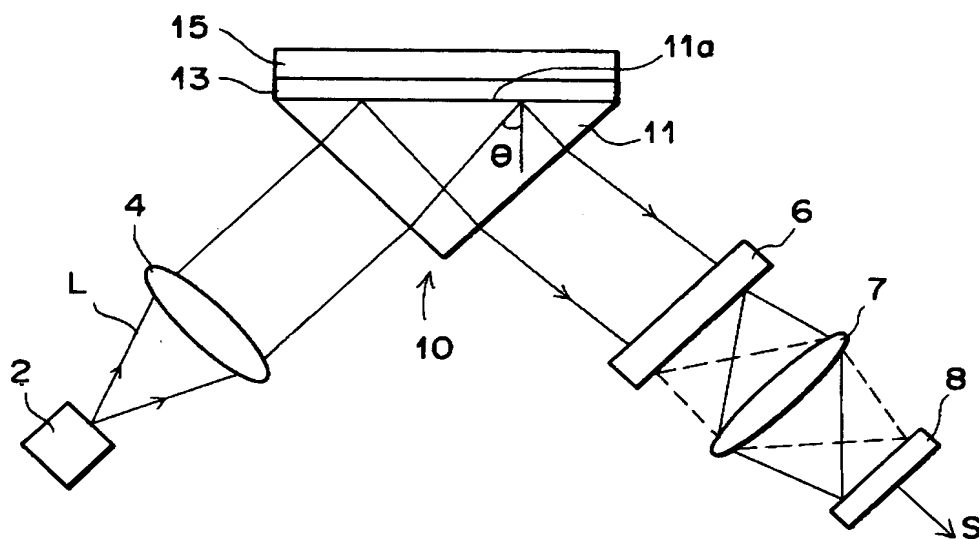
本発明の第 5 の実施形態による漏洩モードセンサーの側面図

【符号の説明】

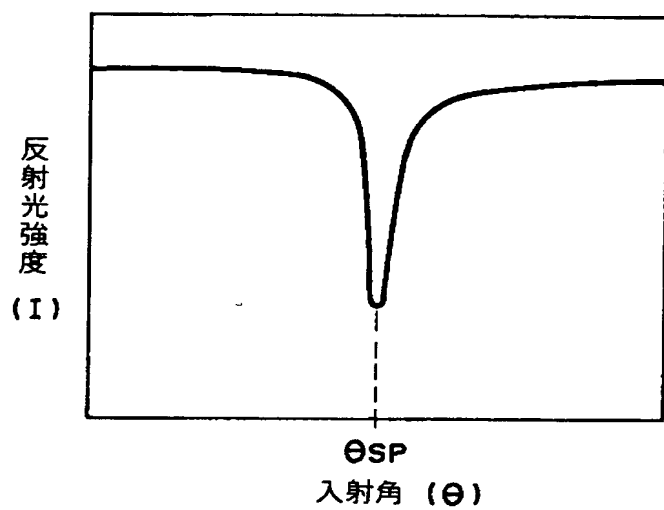
- 2 レーザ光源
- 4 コリメーターレンズ
- 6 スクリーン
- 7 結像レンズ
- 8 CCDエリアセンサー
- 10,20,30,40 測定ユニット
- 11,21,31 透明誘電体プリズム
- 13,23,33,43 金属薄膜
- 15,25,35,45,55 試料
- L 光ビーム

【書類名】 図面

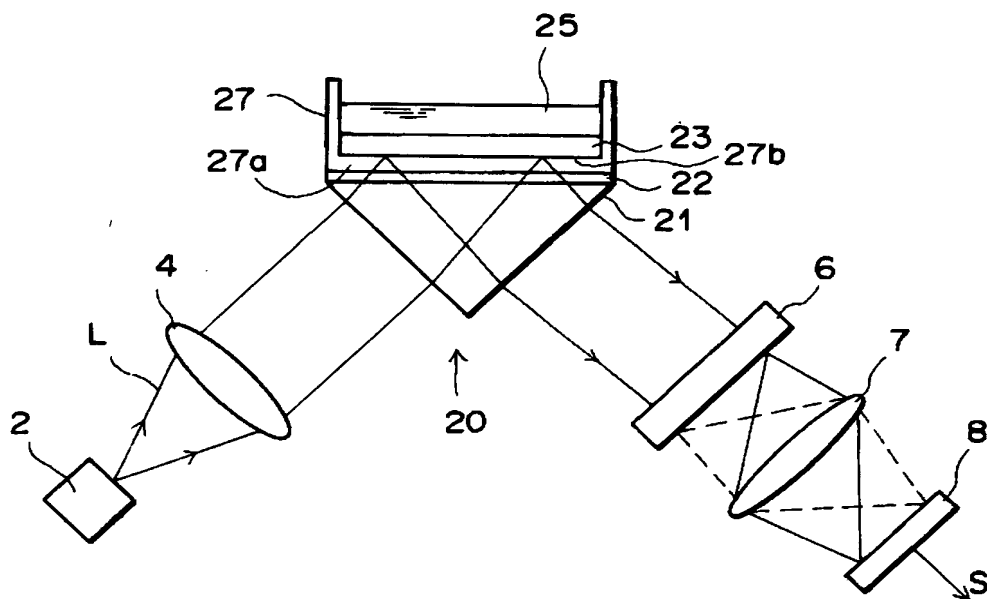
【図 1】



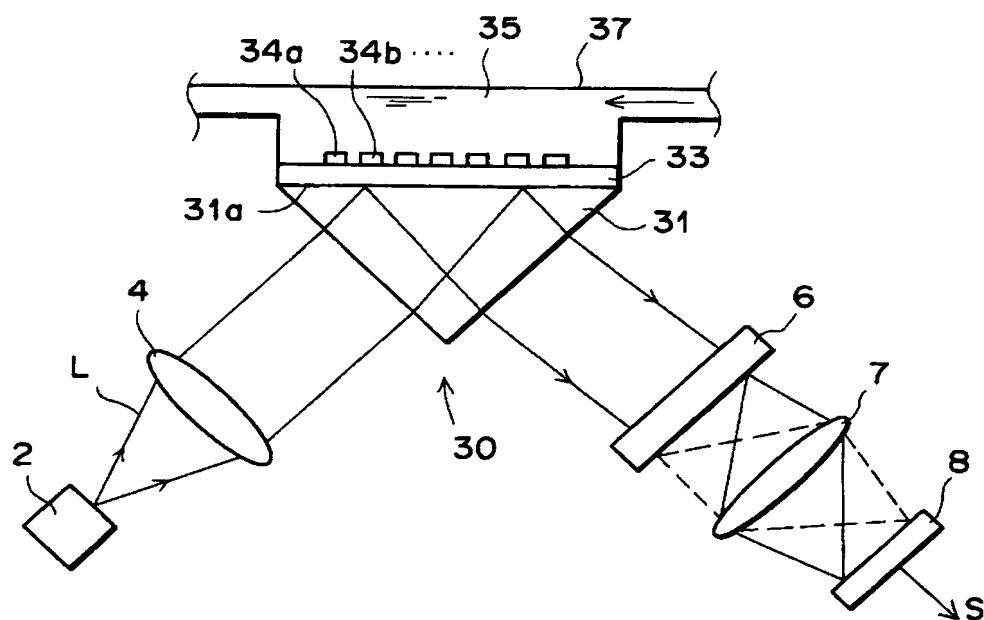
【図 2】



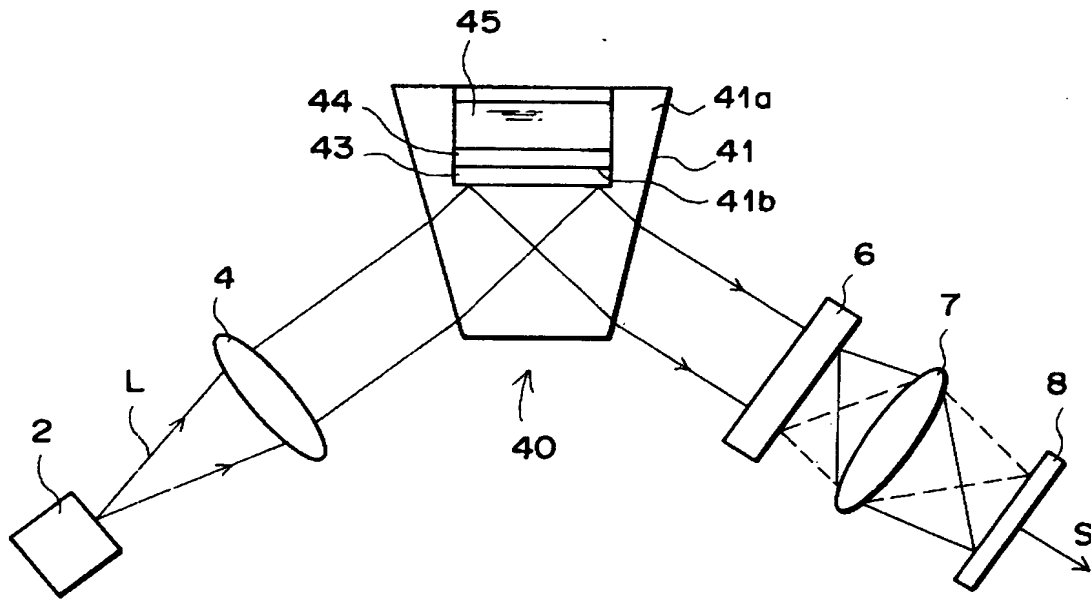
【図3】



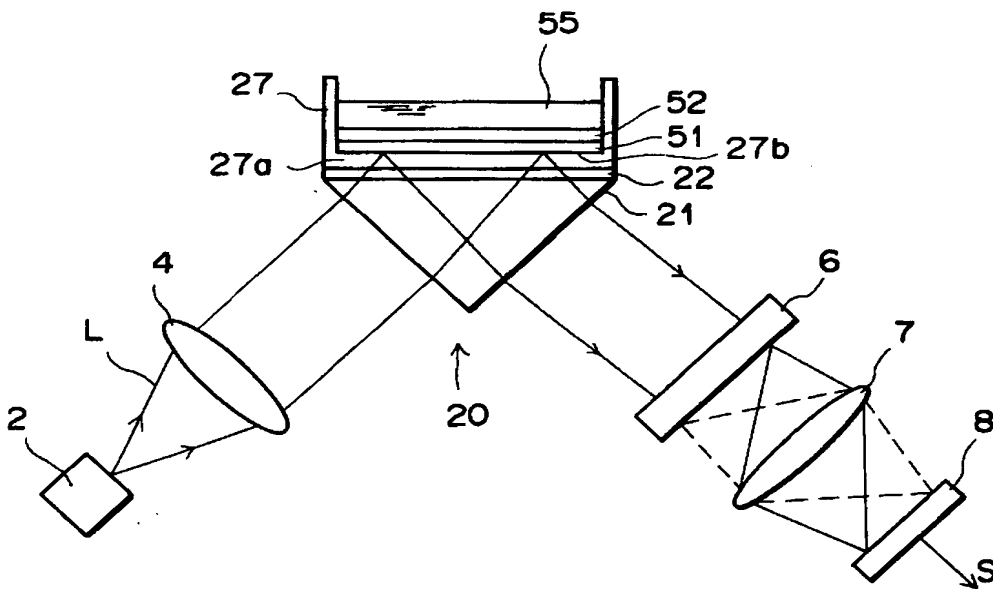
【図4】



【図5】



【図6】



【書類名】                      要約書

【要約】

【課題】 光ビームを大きな断面積を有する平行光束として測定面に入射させ、該測定面からの反射光の断面の光強度分布を検出する全反射減衰を利用したセンサーにおいて、光強度分布を精度よく検出する。

【解決手段】 光ビームLを十分な断面積を有する平行光束とし、誘電体プリズム11上の金属膜の界面11aで全反射条件が得られる角度で入射させ、上記界面11aにおいて全反射した光ビームLの光強度分布を検出するセンサーにおいて、界面11aで反射された光ビームLの光路中に配したスクリーンにより断面の光強度分布を可視像化し一旦拡散させた後に、結像光学系7によりCCDエリアセンサー8上に結像させる。

【選択図】                      図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-089823
受付番号	50100437303
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成13年 4月 4日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成13年 3月27日
【特許出願人】	
【識別番号】	000005201
【住所又は居所】	神奈川県南足柄市中沼210番地
【氏名又は名称】	富士写真フイルム株式会社
【代理人】	申請人
【識別番号】	100073184
【住所又は居所】	神奈川県横浜市港北区新横浜3-18-20 B ENEX S-1 7階 柳田国際特許事務所
【氏名又は名称】	柳田 征史
【選任した代理人】	
【識別番号】	100090468
【住所又は居所】	神奈川県横浜市港北区新横浜3-18-20 B ENEX S-1 7階 柳田国際特許事務所
【氏名又は名称】	佐久間 剛



出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005201]

1. 変更年月日	1990年 8月14日
[変更理由]	新規登録
住 所	神奈川県南足柄市中沼210番地
氏 名	富士写真フイルム株式会社